

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ БЕЗВОЛЬФРАМОВЫХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДА ТИТАНА С ЖЕЛЕЗО-НИКЕЛЕВОЙ СВЯЗКОЙ

Хрящева Мария Сергеевна

Доцент, кандидат технических наук, Пашинский Владимир Викторович

Донецкий Национальный Технический Университет, г. Донецк

merryell@yandex.ru

В настоящее время в качестве жаропрочных или жаростойких износостойких материалов все чаще используют безвольфрамовые твердые сплавы с различными металлическими связками, которые имеют прочностные свойства, достаточные для изготовления широкой номенклатуры изделий, и жаропрочность таких сплавов значительно выше, чем WC-TiC-Co сплавов. Однако, окисленный слой, который образуется при высокотемпературном нагреве, известных безвольфрамовых твердых сплавов не отличается высокими защитными свойствами.

Известно, что на сегодняшний день разрабатываются безвольфрамовые твердые сплавы на основе карбида титана с различным содержанием железа никелевой связки, которые могли бы применяться для изготовления инструментов, работающих при повышенных температурах. В связи с чем появилась необходимость исследования стойкости сплавов к высокотемпературному окислению.

Был поставлен эксперимент, целью которого является оценка влияния температуры на коррозионную стойкость сплавов. Для этого было отобрано 12 образцов трех марок сплава, а именно T35H19Ж46, T50H10Ж и T50H40Ж. Химический состав этих сплавов приведен в таблице:

Таблица

Химический состав исследованных сплавов

Марка сплава	Химический состав, %		
	TiC	Ni	Fe
T35H19Ж46	35	19	46
T50H10Ж	50	10	40
T50H40Ж	50	40	10

Образцы выдерживали в печи в течении 3 часов при температурах 800°C, 900°C, 1000°C, 1100°C. Как критерий жаростойкости использовался удельный прирост массы образца сплава - положительный показатель коррозии Km^+

Эксперимент проводили следующим образом. Измеряли размеры, массу образца и образца с проволоочной подвеской. Образцы с проволоочной подвеской подвешивали на проволоке Х40Н60 и загружали в вертикально стоящую трубчатую печь. Выдерживали в печи 3 ч. В течение этого времени преобразователь выдавал сигнал пропорциональный массе образца на ленту самописца с интервалом 4 секунды. По истечении времени выдержки образцы

выгружали из печи. Проводили обработку данных с помощью пакета графических программ Table Curve.

Обработка данных показала, что окисление сплавов при разных температурах и на разных стадиях происходит не равномерно.

Влияние длительности окисления на удельный прирост массы сплавов приведено на рисунке 1.

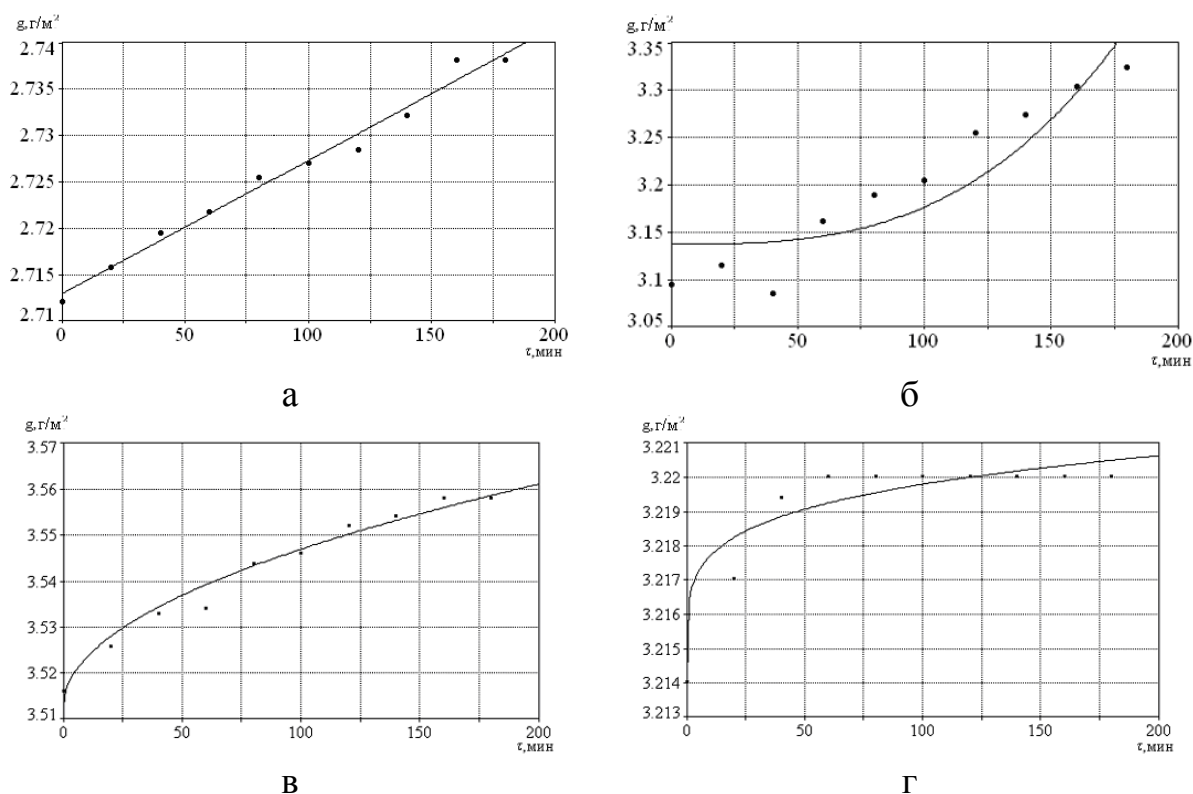


Рисунок 1. Влияние длительности окисления на удельный прирост массы сплава сплавов: а – Т35Н19Ж46 при 900°C; б – Т35Н19Ж46 при 1100°C; в – Т50Н10Ж при 900°C; г – Т50Н40Ж при 800°C

Как видно из рисунка 1.а на начальном этапе окисление сплава Т35Н19Ж46 описывается линейным уравнением:

$$g = a + b\tau; \quad (1)$$

где g – удельный прирост массы образца; a , b – константы скорости окисления; τ – длительность окисления при постоянной температуре.

Получение такой зависимости характеризуется преимущественно окислением металлов связки, причем сначала начинает окисляться железо. С дальнейшим повышением температуры происходит растрескивание, образовавшейся ранее, защитной пленки окислов никеля вследствие больших внутренних напряжений и приводит к ускорению процесса окисления внутренних слоев. При повышении температуры до 1100 °C (рисунок 1.б) наблюдается изменение линейной модели окисления на кубическую, которое сопровождается изменением механизма окисления и описывается следующим уравнением:

$$g = a + b\tau^3; \quad (2)$$

Такое изменение объясняется высокой скоростью окисления связки в целом. Несколько иначе при длительном окислении ведет себя сплав Т50Н10Ж.

В состав исследуемого сплава Т50Н10Ж входит на 15% больше карбида титана, чем в предыдущем случае, что является основным фактором сдерживающим окислительные реакции. В связи с чем, во время выдержке при температуре 800°C процесс окисления описывается параболическим уравнением, имеющим вид:

$$g = a + b\sqrt{\tau} ; \quad (3)$$

и характеризуется окислением железа в связке. Во время выдержки сплава при 900°C (рисунок 1.в) также наблюдается параболическая зависимость. Однако, так как в состав этого сплава входит меньше никеля, и его воздействие не значительно, было отмечено, что уже при выдержке более трех часов при температуре 900°C параболическая закономерность изменяется на линейную и сохраняется вплоть до 1100°C (1). В этом промежутке времени происходит процесс окисления внутренних слоев сплава, который лимитирует процесс выгорания углерода.

При температуре 1100°C и выдержке 3 часа также наблюдается линейная зависимость, однако с увеличением времени или температуры уплотняются внешние окисленные слои и окисление может лимитироваться диффузией кислорода или катионов металла. При этом экспериментальные данные хорошо описываются кубическим законом (2).

С увеличением в составе связки никеля и уменьшении железа (Рисунок 1.г) окислению на всем интервале исследования подчиняется параболическому закону (3). Такая кинетика в сплаве Т50Н40Ж наблюдается вплоть до 1100°C. При выдержке более 3 часов параболическая закономерность сменяется на линейную (1). Это может быть связано с увеличением энергии активации диффузии титана в рутиле и интенсивным окислением металлической связке.

Сравнение удельного прироста массы разных сплавов показало, что устойчивость к окислению возрастает с ростом содержания карбидной фазы в сплаве. Следует отметить, что жаростойкость сплава с 40% Ni и 10% Fe в связке выше, чем у двух других TiC сплавов, что связано с повышением устойчивости к высокотемпературному окислению при легировании связки никелем.